

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN *THERMOSTATIC BATH*

SKRIPSI

*Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Penyelesaian Program Studi Strata-1 (S1)
Teknik Mesin Universitas Pasundan Bandung*

Anzar Gumilar
13.3030096



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PASUNDAN
BANDUNG
2019**

LEMBAR PENGESAHAN
PERANCANGAN DAN PEMBUATAN *THERMOSTATIC BATH*



Nama : Anzar Gumilar

NRP : 13.3030096

Pembimbing I

Dr. Ir. Bambang Ariantara, MT.

Pembimbing II

Ir. Agus Sentana, MT.

ABSTRAK

Thermostatic bath berfungsi untuk menyuplai cairan pemanas/pendingin dengan temperatur yang terkendali. Thermostatic bath digunakan untuk penelitian-penelitian yang melibatkan proses pemanasan/pendinginan dengan temperatur yang terkendali. Alat ini sangat dibutuhkan namun harganya sangat mahal. Dalam Penelitian/Skripsi ini dilakukan perancangan dan pembuatan thermostatic bath kapasitas 3 Liter/menit, temperatur -10 °C sampai dengan 90 °C dan harga di bawah Rp. 20.000.000. Rancangan thermostatic bath ini menggunakan komponen/material yang tersedia di pasar lokal. Untuk menekan biaya, condensing unit yang digunakan adalah condensing unit bekas pakai yang masih berfungsi dengan baik. Heater yang digunakan dibuat dari hasil perancangan sesuai dengan kebutuhan. Kontroler, pompa dan komponen/material lainnya menggunakan komponen/material yang mudah diperoleh di pasar lokal. Thermostatic bath yang dibuat ini telah berhasil diuji. Pengujian dilakukan dengan menggunakan fluida H₂O. Hasil pengujian pemanasan 40 °C (+0,5 °C s.d +1,5 °C), 60 °C (+0,2 s.d +1,5 °C) dan 90 °C (-0,2 °C s.d +1,5 °C). Hasil pengujian pendinginan 20 °C (+1,2 °C s.d +2,5 °C), 15 °C (+1,2 °C s.d +2,7 °C), 10 °C (+1,3 °C s.d +2,8 °C), 5 °C (+1,8 °C s.d +2,8 °C) dan 1 °C (+2,5 °C s.d +3,8 °C). Mampu menyuplai cairan H₂O dengan kapasitas 3 Liter/menit, condensing unit kapasitas ½ PK (280 Watt) dan tubular heater (2500 Watt).

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN

ABSTRAK

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL.....	xi

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan	1
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Sistematika Penulisan.....	2

BAB II STUDI LITERATUR

2.1 Definisi Fluida.....	4
2.1.1 Sifat-Sifat Fluida	5
2.1.2 Aliran Fluida	6
2.2 Perpindahan Kalor.....	10
2.2.1 Perpindahan Kalor Konduksi	11
2.2.2 Perpindahan Kalor Konveksi	13
2.2.3 Perpindahan Kalor Radiasi.....	15
2.2.4 Alat Penukar Panas (<i>Heat Exchanger</i>).....	16
2.3 Klasifikasi Sistem Refrigerasi.....	18
2.3.1 Sistem Refrigerasi Kompresi Uap.....	18
2.3.2 Sistem Refrigerasi Absorpsi.....	19
2.3.3 Sistem Refrigerasi Udara	19
2.4 Termodinamika Siklus Refrigerasi	20
2.4.1 Siklus Refrigerasi Carnot	20
2.4.2 Siklus Kompresi Uap Standar (Teoritis)	21
2.4.3 Siklus Kompresi Uap Aktual	23
2.4.4 Komponen Utama Siklus Refrigerasi.....	24

2.4.5	Koefisien Prestasi Refrigerasi (<i>Coefisien Of Performance</i>)	29
2.5	<i>Thermostatic Bath</i>	30
2.5.1	Prinsip Kerja <i>Thermostatic Bath</i>	30

BAB III PERANCANGAN DAN PERHITUNGAN

3.1	Metodologi	31
3.2	Perancangan Mesin <i>Thermostatic Bath</i>	32
3.3	Perhitungan Mesin Pendingin	32
3.4	Perhitungan Bak Fluida	45
3.5	Perhitungan Elemen Pemanas (<i>Heater</i>)	46

BAB IV PROSES PEMBUATAN, PEMASANGAN KOMPONEN DAN KALKULASI BIAYA

4.1	Proses Pembuatan <i>Thermostatic Bath</i>	50
4.1.1	Proses Pembuatan Rangka	51
4.1.2	Proses Pembuatan <i>Box Heater</i>	53
4.1.3	Proses Pembuatan Bak	56
4.1.4	Proses Pembuatan Evaporator	57
4.1.5	Proses Pembuatan <i>Casing</i>	59
4.1.6	Proses Pembuatan Dudukan Kondensor	62
4.1.7	Proses Pembuatan Alas Bawah	63
4.1.8	Proses Pembuatan Dudukan <i>Pressure Gauge</i>	63
4.1.9	Proses Pembuatan Dudukan Pipa Nepel	64
4.1.10	Proses Pembuatan Dudukan Bak	65
4.2	Proses Perakitan (<i>Assembling</i>)	66
4.3	Kalkulasi Biaya	74

BAB V PENGUJIAN

5.1	Tujuan Pengujian	77
5.2	Metode Pengujian	77
5.3	Alat dan Bahan	78
5.4	Prosedur Pengujian	79

5.4.1	Prosedur Pengujian <i>Thermostatic Bath</i>	79
5.4.2	Proses Pengujian Pemanasan	79
5.4.3	Proses Pengujian Pendinginan	80
5.5	<i>Experimental Setup</i> Pengujian	81
5.6	Data Hasil Pengujian.....	81
5.5.1	Data Hasil Pengujian <i>Thermostatic Bath</i> Proses Pemanasan.....	81
5.5.2	Data Hasil Pengujian <i>Thermostatic Bath</i> Proses Pendinginan.....	85
5.6	Analisa Pengujian.....	94

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1	Kesimpulan	95
6.2	Saran.....	95

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perpindahan kalor dari suatu zat ke zat lain seringkali terjadi dalam industri proses. Kebanyakan proses perpindahan kalor memerlukan pemasukan atau pengeluaran kalor untuk mencapai dan mempertahankan keadaan yang dibutuhkan pada saat proses berlangsung. Kondisi pertama, yaitu mencapai keadaan yang dibutuhkan untuk pemrosesan, terjadi bila pengerjaan harus berlangsung pada temperatur tertentu dan temperatur ini harus dicapai dengan jalan pemasukan atau pengeluaran kalor. Kondisi kedua untuk mempertahankan keadaan yang dibutuhkan untuk operasi proses, kondisi ini dapat dikerjakan menggunakan metode *eksoterm* dan *endoterm*. Secara umum perpindahan kalor merupakan berpindahnya energi panas dari satu daerah ke daerah yang lain sebagai akibat dari perbedaan temperatur diantara kedua tempat tersebut.

Thermostatic bath merupakan salah satu alat yang sangat dibutuhkan di bidang penelitian-penelitian Laboratorium Institut Pendidikan. Alat ini sangat dibutuhkan namun harganya sangat mahal, dengan harga yang mahal ini mengakibatkan ketersediaan alat *thermostatic bath* di beberapa laboratorium terutama di Indonesia sangat terbatas.

Oleh karena itu, penyusun akan merancang dan membuat *thermostatic bath* dengan komponen/material yang tersedia di pasaran lokal dengan harga yang lebih terjangkau, sehingga biaya produksi lebih kecil dari produk yang sudah ada dipasaran, namun tidak mengubah mekanisme atau prinsip kerja alat tersebut.

1.2 Tujuan

Tujuan penelitian/skripsi ini adalah:

1. Dapat membuat *thermostatic bath* yang berfungsi dengan baik.
2. Kapasitas 3 Liter/menit dari temperatur -10 °C sampai dengan 90 °C.
3. Dapat digunakan di laboratorium.
4. Harga yang terjangkau.

1.3 Batasan Masalah

Pada perancangan *thermostatic bath* ini dibatasi oleh beberapa pokok permasalahan. Adapun yang akan dibahas antara lain:

1. *Thermostatic bath* yang dirancang menggunakan mesin *condensing unit* untuk sistem pendingin, *heater* untuk sistem pemanas dan pompa untuk sistem sirkulasi.
2. Pemilihan material dan komponen yang digunakan dalam pembuatan *thermostatic bath*.
3. Pengujian *thermostatic bath* dilakukan dengan menggunakan fluida H₂O.
4. Pengujian kenaikan dan penurunan temperatur dilakukan dengan menggunakan Arduino Mega 2560, modul temperatur MAX6675 termokopel tipe K.
5. Pengujian sistem pemanasan dari temperatur awal H₂O, 40 °C, 60 °C dan 90 °C.
6. Pengujian sistem pendinginan dari temperatur awal H₂O, 20 °C, 15 °C, 10 °C, 5 °C dan 1 °C.

1.4 Sistematika Penulisan

Laporan penelitian/skripsi ini disusun berdasarkan sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I Pendahuluan

Bab ini berisikan latar belakang masalah, tujuan, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II Studi Literatur

Bab ini berisikan teori-teori yang menjadi dasar permasalahan yang akan dibahas sebagai *referensi*.

BAB III Perancangan Dan Perhitungan

Bab ini berisikan tentang metodologi perancangan dan perhitungan mesin *thermostatic bath*.

BAB IV Proses Pembuatan, Pemasangan Komponen Dan Kalkulasi Biaya

Bab ini berisikan tentang tahapan-tahapan proses pembuatan mesin *thermostatic bath*, pemasangan komponen mesin *thermostatic bath* dan kalkulasi biaya.

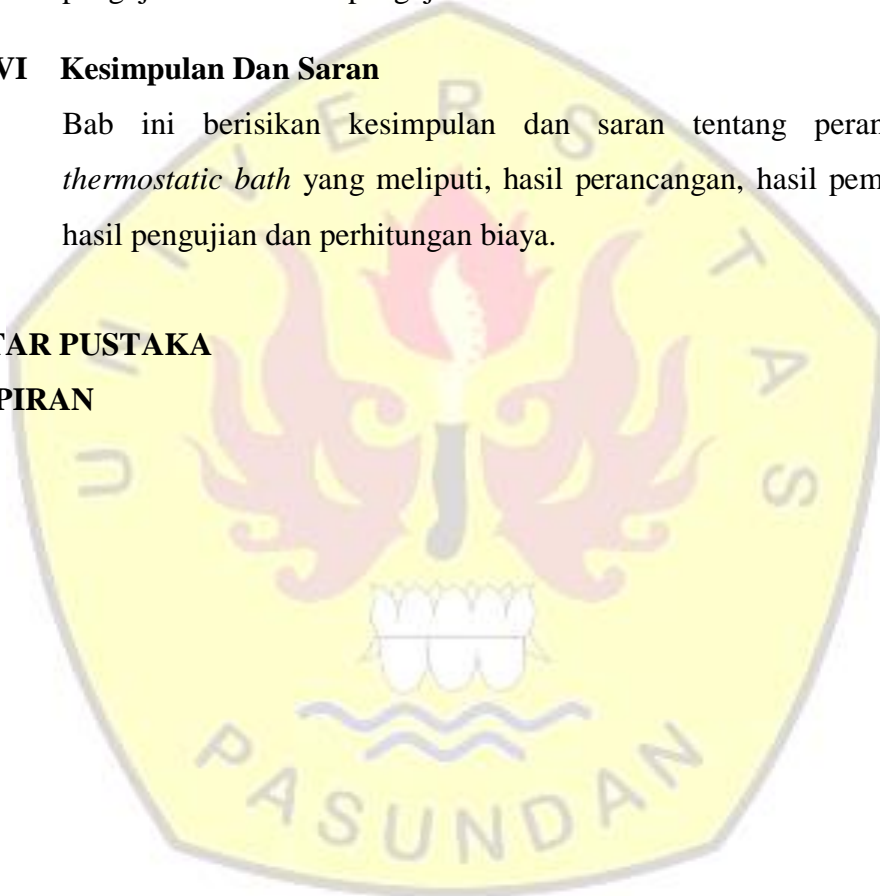
BAB V Pengujian

Bab ini berisikan tentang tujuan pengujian, metode pengujian, alat dan bahan, prosedur pengujian, *experimental setup* pengujian, data hasil pengujian dan analisa pengujian.

BAB VI Kesimpulan Dan Saran

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran tentang perancangan *thermostatic bath* yang meliputi, hasil perancangan, hasil pembuatan, hasil pengujian dan perhitungan biaya.

DAFTAR PUSTAKA LAMPIRAN



DAFTAR PUSTAKA

1. Travis, B., P. Olson, and G. Schubert, *The transition from two-dimensional to three-dimensional planforms in infinite-Prandtl-number thermal convection*. Journal of Fluid Mechanics, 1990. **216**: p. 71-91.
2. Holman, J., *Perpindahan Kalor, Edisi Keenam, Alih Bahasa E. Jasjfi*, Penerbit Erlangga, Jakarta, 1994.
3. Wilbert, F.S. and W. Jerold, *Refrigeration and Air conditioning*, 1982, McGraw Hill.
4. Moran, Michael J and Shapiro, Howard N and Boettner, Daisie D and Bailey, Margaret B. (2010). *Fundamentals of engineering thermodynamics*. Publisher: John Wiley & Sons.
5. Sularso, (2000). *Pompa Dan Kompresor*. Jakarta: PT Pradnya Paramita.
6. Hermagasantos Zein, (1996). *Teknik Tenaga Listrik*. Jakarta: PT Rosda Jayaputra.
7. Gieck, K. (2005). *Kumpulan Rumus Teknik Cetakan Keenam*. Jakarta: Pradnya Paramita.
8. <https://www.instrumart.com/assets/Autonics-TK-manual.pdf>
9. <http://alamko.by/assets/files/Compressors/kulthorn/r134-lbp/AEA2415Y.pdf>
10. https://www.chemours.com/Refrigerants/en_US/assets/downloads/h47752_hfc134a_thermo_prop_si.pdf